



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 33 13 167.8
②2 Anmeldetag: 12. 4. 83
④3 Offenlegungstag: 25. 10. 84

≙ EP 0 124 738 B1
(nach Einspruch zurückgewiesen)
≙ US 4,602,195 A
(erloschen)

DE 33 13 167 A1

⑦1 Anmelder:

Mantec Gesellschaft für Automatisierungs- und
Handhabungssysteme mbH, 8510 Fürth, DE

→ Siemens AG

⑦2 Erfinder:

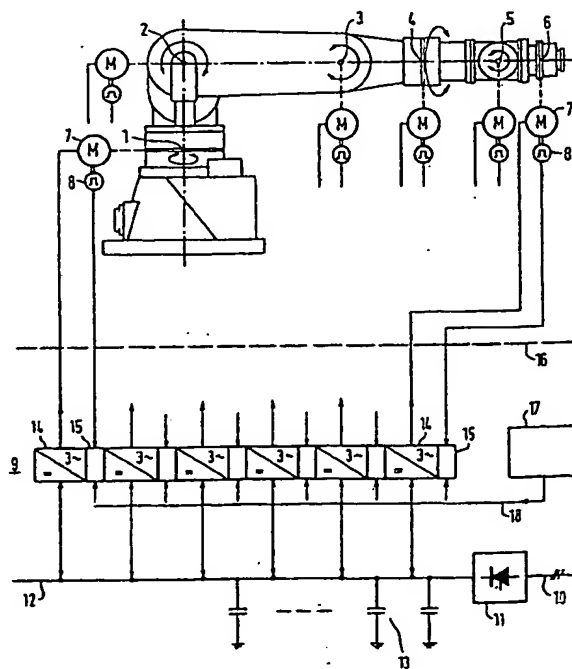
Eberle, Manfred, 8520 Erlangen, DE; Hartmann,
Rudolf-Peter, 8501 Oberasbach, DE

Behördeneigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Industrieroboter mit elektrischen Drehstrom-Einzelantrieben

Bei einem Industrieroboter werden als Gelenkantriebe
permanenterrregte Drehstrommotoren benutzt, die über
Wechselrichter an einen gemeinsamen Gleichspannungs-
zwischenkreis angeschlossen sind. Die elektrische Brems-
energie der Motoren wird von einer großen Kondensatorbat-
terie im Zwischenkreis aufgenommen.



DE 33 13 167 A1

Patentansprüche

1. Industrieroboter mit elektrischem Drehstrom-Einzelantrieb für die Bewegungen in den einzelnen Achsen,
5 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h die Kombination folgender Merkmale:
- a) die permanenterregten Drehstrommotoren (7) sind jeweils für sich über regelbare Stromrichter (14) an einen gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis (12)
10 angeschlossen, der über einen Stromrichter (11) aus einem Drehstromnetz (10) gespeist ist, und
 - b) die im Gleichspannungszwischenkreis (12) vorgesehene Kondensatorbatterie (13) ist für die Aufnahme der bei der dynamischen Abbremsung der Drehstrommotoren
15 (7) über die Stromrichter (14) anfallenden elektrischen Energie ausgelegt.
2. Industrieroboter nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jedem der zur Spei-
20 sung der Drehstrommotoren (7) dienenden Stromrichter (14) eine Kaskadenregelung (15) für Lage, Drehzahl und Strom zugeordnet ist.

Mantec
Gesellschaft
für Automatisierungs- und
Handhabungssysteme
mbH

Mein Zeichen
VPA 83 P 68 18 DE

5

Industrieroboter mit elektrischen Drehstrom-Einzelantrieben

Die Erfindung bezieht sich auf einen Industrieroboter
10 mit elektrischen Drehstrom-Einzelantrieben für die Bewegungen in den einzelnen Achsen.

Zum elektrischen Antrieb der einzelnen Achsen von Industrierobotern werden heute vielfach Gleichstrommotoren,
15 z.B. in Form von Scheibenläufermotoren, verwendet (vgl. z.B. Werkstatt und Betrieb 1976, S. 305, oder DE-OS 24 52 345). Diese Gleichstromantriebe verfügen über eine sehr gute Regelbarkeit, sind aber andererseits von der Wartungs- und der Gewichtsseite her vergleich-
20 baren Drehstrommotoren in gewisser Weise unterlegen. Folgt man konsequent dem Gedanken des Einzelantriebes für jede Achse bei z.B. einem Gelenkroboter, ist es verständlich, daß hier der Drehstromantrieb Vorteile bieten würde, falls es gelingt, ein derartiges An-
25 triebssystem speziellen Forderungen des Roboterbetriebes anzupassen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß darin, ein Antriebssystem mit robusten und zuverlässigen Drehstrom-Einzelantrieben zu schaffen, mit dem
30 die dauernd aufeinanderfolgenden Beschleunigungs- und Bremsvorgänge ohne großen Aufwand energiesparend durchführbar sind.

35 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kombination folgender Merkmale gelöst:

- a) die permanenterregten Drehstrommotoren sind jeweils für sich über regelbare Stromrichter an einen gemeinsamen Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen, der über einen Stromrichter aus einem Drehstrom-
- 5 netz gespeist ist und
- b) die im Gleichspannungskreis vorgesehene Kondensatorbatterie ist für die Aufnahme der bei der dynamischen Abbremsung der Drehstrommotoren über die Stromrichter anfallenden elektrischen Energie ausgelegt.

10

Auf diese Weise kann die bei der dynamischen Bremsung anfallende Energie zwischengespeichert und wieder nutzbar gemacht werden; sei es, daß die Energie aller Antriebe gleichzeitig zurückgespeist und dann gleichzeitig

15 tig wieder benötigt wird oder sei es, daß die einzelnen Antriebe zeitlich verschoben Energie in den Zwischenkreis einspeisen oder aus ihm herausnehmen.

Durch die vorgesehene große Kondensatorbatterie werden

20 außerdem Netzspannungsschwankungen auf einfache Weise kompensiert und auch bei einem Netzausfall noch dafür gesorgt, daß bestimmte Bewegungen definiert zu einem Ende geführt werden können.

25 Die verwendete Kondensatorbatterie ist auf der einen Seite energiesparender als ein Verheizen der Bremsenergie in Bremswiderständen und erfordert auf der anderen Seite auch keinen aufwendigen und großen Stromrichter, der plötzlich auftretende größere Energiemengen zwischen Gleichspannungskreis und Drehstromnetz

30 übertragen kann.

Im vorliegenden Zusammenhang sei bemerkt, daß es an sich bekannt ist, Spannungszwischenkreisumrichter,

35 die aus zwei Stromrichtern bestehen, zur Speisung von Drehstromsynchron- oder Käfigläufermotoren zu benutzen

und hierbei im Spannungszwischenkreis einen Kondensator vorzusehen (vgl. z.B. Siemens-Druckschrift "Drehzahlveränderbare Antriebe Nr. E 319/1149, S. 22, 23).

5 Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert;
es zeigen:

Figur 1 das Prinzip der Speisung der Drehstromantriebe bei einem Gelenkroboter und

10 Figur 2 das Prinzipschaltbild des Regelteils der einzelnen Stromrichter zur Speisung der Motoren.

Der in Figur 1 schematisch dargestellte Gelenk-Industrieroboter hat sechs Gelenke 1 bis 6, durch die Drehungen
15 in sechs Achsen möglich sind. Die zum Antrieb der einzelnen Gelenke 1 bis 6 dienenden permanenterregten Drehstrommotoren 7 sind zusammen mit den zugehörigen Untersetzungsgetrieben und den an ihnen angeflanschten Weggebern 8 in die Gelenke integriert.

20

Das zur Speisung der Drehstrommotoren dienende System 9, das stationär in einem Schaltschrank angeordnet ist - wie durch die gestrichelte Linie 16 angedeutet - besteht aus einem an ein Drehstromnetz 10 angeschlossenen
25 Stromrichter 11, der die Netzspannung in eine entsprechende Gleichspannung des Gleichspannungszwischenkreises 12 umformt. Dem Gleichspannungszwischenkreis ist eine mit 13 bezeichnete große Kondensatorbatterie zugeordnet, die zur Energiezwischenspeicherung dient.

30 Für jeden der Motoren 7 ist ein eigener Stromrichter 14 vorgesehen, der die Spannung auf der Schiene 12 in variablen Drehstrom umformt. Jedem Stromrichter 14 ist ein Steuerteil 15 zugeordnet, das, wie durch den Pfeil 18 angedeutet, seine Steuerbefehle von der Roboter-
35 steuerung 17 erhält. Auf diese Weise können die einzelnen Bewegungen in den einzelnen Achsen individuell für sich gesteuert werden.

Wie eingangs bemerkt, ist die Besonderheit hier vor allem darin zu sehen, daß die bei der gleichzeitigen oder phasenverschobenen Bremsung in den Motoren 7 anfallende elektrische Energie durch entsprechende Aussteuerung der Stromrichter 14 in den Gleichspannungszwischenkreis 12 zurückgeliefert und hier in ausreichendem Maße in der Kondensatorbatterie 13 gespeichert werden kann.

10 Figur 2 zeigt einige Einzelheiten des Steuerteiles 15, und zwar handelt es sich um eine Kaskadenregelung für Lage, Drehzahl und Strom. Wie ersichtlich, wird der Winkelistwert ρ_i des Gebers 8 mit einem von der Robotersteuerung 17 kommenden Winkelsollwert ρ_s in einem Lage-
15 regler 151 verglichen und hieraus die Drehzahlführungsgröße n_s für einen Drehzahlregler 153 gebildet. Dieser Drehzahlregler 153 erhält seinen Drehzahlistwert n_i von einem Wandler 152, der diesen Wert aus der zeitlichen Änderung der Winkellage ermittelt. Die Ausgangsgröße
20 des Drehzahlreglers 153 bildet den Stromführungssollwert I_{soll} für einen Stromregler 154, dessen Istwert I_{ist} dem Strom des Drehstrommotors 7 proportional ist. Der Ausgang dieses Reglers 154 steuert dann den Stromrichter 14 (Transistorwechselrichter). Da bei einem
25 Gelenkroboter die Bewegungen in den einzelnen Achsen auch jeweils von den Bewegungen in den vorhergehenden Achsen abhängig sind, wird zusätzlich noch bei 155 ein Korrekturfaktor A in den Stromregelkreis eingefügt.

30 2 Patentansprüche

2 Figuren

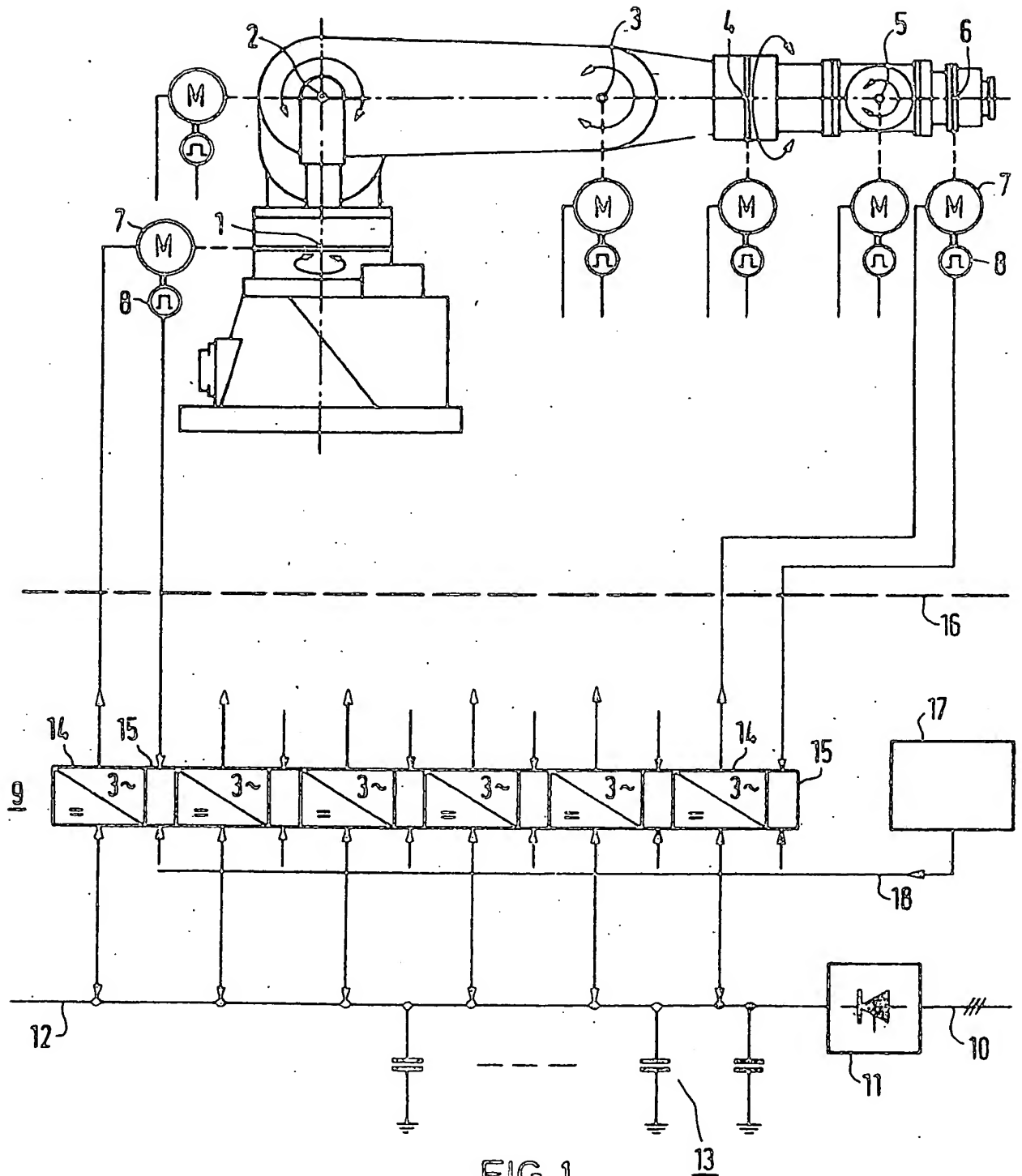


FIG 1

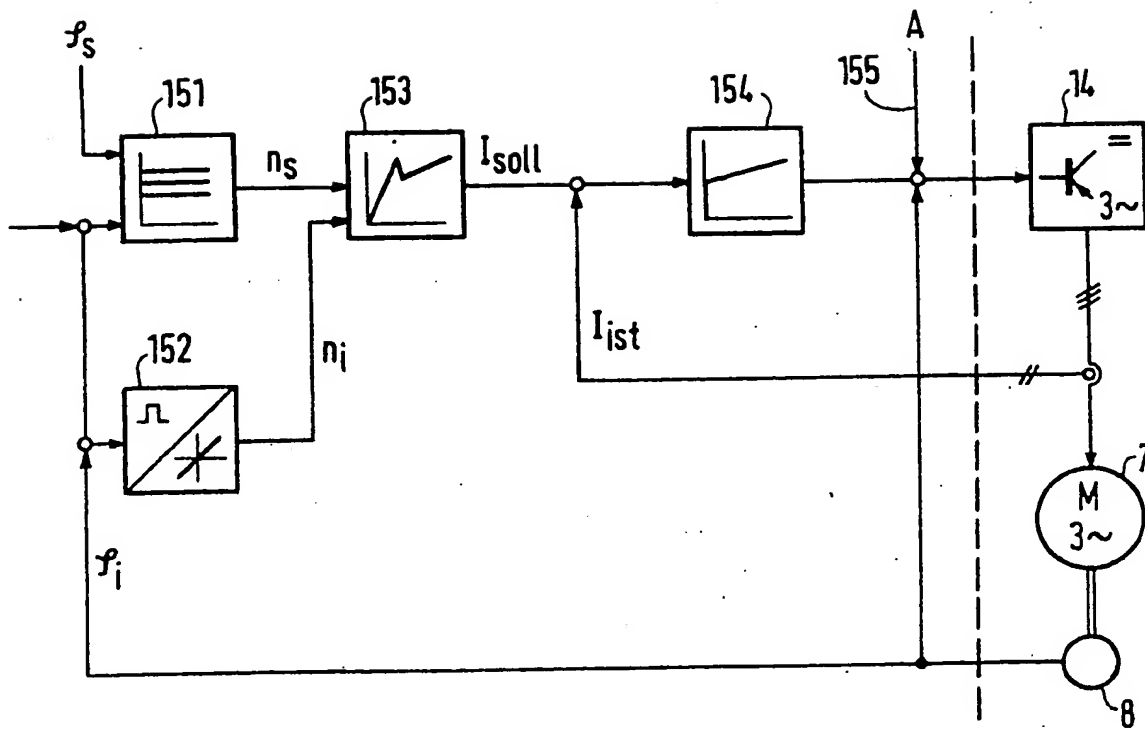


FIG 2